

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

CITED BY APPLICANT

PUBLICATION NUMBER : 08097641  
PUBLICATION DATE : 12-04-96

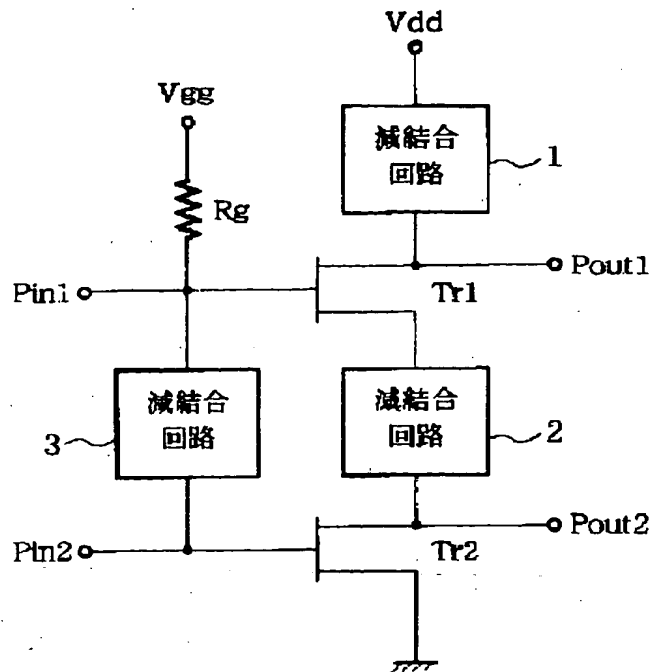
APPLICATION DATE : 27-09-94  
APPLICATION NUMBER : 06231049

APPLICANT : FUJITSU LTD;

INVENTOR : TAKAHASHI KENJI;

INT.CL. : H03F 1/02 H03D 7/12 H03F 3/193  
H03F 3/68

TITLE : HIGH FREQUENCY MODULE



ABSTRACT : PURPOSE: To reduce the circuit scale and to make the circuit small in size by using a common bias circuit for high frequency modules used for mobile communication terminals or the like thereby simplifying the configuration of a power supply circuit.

CONSTITUTION: A drain of a transistor( $Tr_1$ ) is connected to a drain power supply  $V_{dd}$  via a decoupling circuit 2. Furthermore, a source of the  $Tr_1$  and a drain of a  $Tr_2$  are connected by the decoupling circuit 2 and a source of the  $Tr_2$  connects to ground, then the  $Tr_1$ ,  $Tr_2$  are connected in series in terms of DC and they are made independent in terms of high frequencies. Furthermore, gates of the  $Tr_1$ ,  $Tr_2$  are connected to a gate power supply  $V_{gg}$  via a voltage drop resistor  $R_g$  and connected via a decoupling circuit 3 to allow the  $Tr_1$ ,  $Tr_2$  to be connected in parallel in terms of DC and to be made independent in terms of high frequencies. A high frequency input  $P_{in1}$  is given to a gate of the  $Tr_1$ , which amplifies the input and generates a high frequency output  $P_{out1}$ . A high frequency input  $P_{in2}$  is given to a gate of the  $Tr_2$ , which amplifies the input and generates a high frequency output  $P_{out2}$ .

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-97641

(43) 公開日 平成8年(1996)4月12日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号
H 0 3 F	1/02	8943-5 J
H 0 3 D	7/12	C
H 0 3 F	3/193	8839-5 J
	3/68	Z

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-231049

(22) 出願日 平成6年(1994)9月27日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 河合 慎一

北海道札幌市中央区北一条西2丁目1番地

富士通北海道デジタル・テクノロジー株式会社内

(72) 発明者 植田 博和

北海道札幌市中央区北一条西2丁目1番地

富士通北海道デジタル・テクノロジー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 柏谷 昭司 (外1名)

最終頁に続く

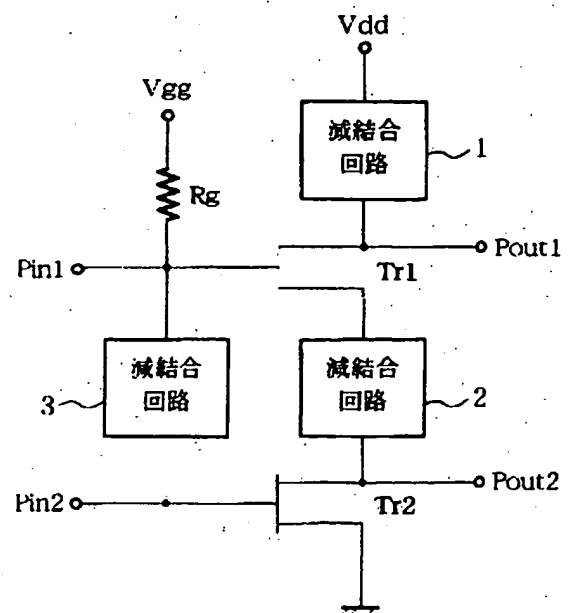
(54) 【発明の名称】 高周波モジュール

(57) 【要約】

【目的】 高周波信号の増幅、周波数変換等を行う高周波モジュールに関し、小型化、低消費電力化が可能な、高周波モジュールを提供することを目的とする。

【構成】 第1のトランジスタ $Tr_1$ のソースと第2のトランジスタ $Tr_2$ のドレインとを第1の減結合回路2を介して直列に接続して、第1のトランジスタ $Tr_1$ のドレインにドレイン電源を供給するとともに、第1のトランジスタと第2のトランジスタのゲートとを第2の減結合回路を介して並列に接続してゲート電源を供給する。そして、第1のトランジスタ $Tr_1$ のゲートに第1の信号入力を与えてそのドレインから第1の信号出力を得、第2のトランジスタ $Tr_2$ のゲートに第2の信号入力を与えてそのドレインから第2の信号出力を得る。

本発明の原理的構成を示す図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1のトランジスタのソースと第2のトランジスタのドレインとを第1の減結合回路を介して直列に接続して該第1のトランジスタのドレインにドレイン電源を供給するとともに、該第1のトランジスタと第2のトランジスタのゲートを第2の減結合回路を介して並列に接続してゲート電源を供給し、該第1のトランジスタのゲートに第1の信号入力を与えてそのドレインから第1の信号出力を得、第2のトランジスタのゲートに第2の信号入力を与えてそのドレインから第2の信号出力を得ることを特徴とする高周波モジュール。

【請求項2】 請求項1に記載の高周波モジュールにおいて、前記第2のトランジスタのゲートに高周波入力を与えてそのドレイン出力を第1のトランジスタのゲートに結合するとともに、該第1のトランジスタのゲートに局発信号入力を与えてそのドレインから中間周波出力を得ることを特徴とする高周波モジュール。

【請求項3】 請求項1に記載の高周波モジュールにおいて、前記第2のトランジスタのゲートに高周波入力を与えてそのドレイン出力を第1のトランジスタのドレインに結合するとともに、該第1のトランジスタのゲートに局発信号入力を与えてそのドレインから中間周波出力を得ることを特徴とする高周波モジュール。

【請求項4】 請求項1に記載の高周波モジュールにおいて、前記第2のトランジスタのゲートに高周波入力を与えてそのドレイン出力を第1のトランジスタのソースに結合するとともに、該第1のトランジスタのゲートに局発信号入力を与えてそのドレインから中間周波出力を得ることを特徴とする高周波モジュール。

【請求項5】 請求項1に記載の高周波モジュールにおいて、前記第1のトランジスタと第2のトランジスタのゲートにそれぞれ整合回路を経てそれぞれ第1の信号入力と第2の信号入力を与え、該第1のトランジスタと第2のトランジスタのドレインからそれぞれ整合回路を経てそれぞれ第1の信号出力と第2の信号出力を得ることを特徴とする高周波モジュール。

【請求項6】 請求項1に記載の高周波モジュールにおいて、前記第1のトランジスタと第2のトランジスタのゲートにそれぞれ整合回路を経てそれぞれ第1の信号入力と第2の信号入力を与え、該第1のトランジスタと第2のトランジスタのドレインからそれぞれ整合回路を経てそれぞれ第1の中間周波出力と第2の中間周波出力を得ることを特徴とする高周波モジュール。

【請求項7】 請求項1に記載の高周波モジュールにおいて、前記第2のトランジスタのゲートに局発信号入力を与えてそのドレイン出力を第1のトランジスタのゲートに結合するとともに、該第1のトランジスタのゲートに高周波入力を与えてそのドレインから中間周波出力を得ることを特徴とする高周波モジュール。

【請求項8】 請求項1に記載の高周波モジュールにおいて、前記第2のトランジスタのゲートに高周波入力と局発信号入力とを与えてそのドレインに得られた中間周波信号を第1のトランジスタのゲートに入力して、該第1のトランジスタのドレインから中間周波出力を得ることを特徴とする高周波モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高周波信号の増幅、周波数変換等を行う高周波モジュールに関し、特に、小型化、低消費電力化が可能な、高周波モジュールに関するものである。

【0002】 携帯電話、車載電話等の移動通信端末においては、高周波受信信号を増幅し、中間周波信号に変換するために周波数変換を行う等の目的で、複数のFETを組み込んでモジュール化した回路が多く使用されている。

【0003】 このような高周波モジュールにおいては、回路構成をできるだけ簡単にすることによって、小型化を可能にするとともに、電源回路での損失を少なくして低消費電力化することが要求されている。

## 【0004】

【従来の技術】 移動通信端末において使用される受信方式としては、ダイバーシチ方式が主流となっており、そのため、受信信号に対して増幅、周波数変換等の機能を行う受信用高周波モジュールは、2系統のものを必要とする。

【0005】 図10は、従来の受信回路の構成例を示したものであって、ダイバーシチ方式に対応するために、2系統の高周波モジュールを備えた例を示している。(a)は全体構成を示し、(b)は低雑音増幅器回路の構成を示す。

【0006】 図10(a)において、ダイバーシチ方式の受信に必要な2系統の回路をそれぞれ添字1、2によって示し、ANT<sub>1</sub>、ANT<sub>2</sub>は2系統の受信信号を受けるアンテナ、FIL<sub>1</sub>、FIL<sub>2</sub>は入力側に設けられた不要波除去用のフィルタ、LNA<sub>1</sub>、LNA<sub>2</sub>は受信信号を増幅する低雑音増幅器、FIL<sub>3</sub>、FIL<sub>4</sub>は出力側に設けられた不要波除去用フィルタ、MIX<sub>1</sub>、MIX<sub>2</sub>は2系統の受信信号をそれぞれ中間周波(IF)出力に変換するミキサである。

【0007】 図10(b)において、Tr<sub>1</sub>、Tr<sub>2</sub>はそれぞれ高周波入力Pin<sub>1</sub>、Pin<sub>2</sub>を低雑音増幅して、高周波出力Pout<sub>1</sub>、Pout<sub>2</sub>を発生する、電界効果トランジスタ(FET)またはバイポーラトランジスタである。Tr<sub>1</sub>は、インダクタL<sub>11</sub>、コンデンサC<sub>11</sub>からなるフィルタを介して電源部からゲート電源V<sub>cc</sub>を供給され、インダクタL<sub>12</sub>、コンデンサC<sub>12</sub>からなるフィルタを介して電源部からドレイン電源V<sub>dd</sub>を供給される。コンデンサC<sub>21</sub>、C<sub>22</sub>はそれぞれ、ゲート電源V<sub>cc</sub>、ドレ

イン電源 $V_{d1}$ の出力側コンデンサである。

【0008】FET<sub>1</sub>は、インダクタ $L_{12}$ 、コンデンサ $C_{12}$ からなるフィルタを介して電源部からゲート電源 $V_{g1}$ を供給され、インダクタ $L_{12}$ 、コンデンサ $C_{12}$ からなるフィルタを介して電源部からドレイン電源 $V_{d1}$ を供給される。コンデンサ $C_{03}$ 、 $C_{04}$ はそれぞれ、ゲート電源 $V_{g1}$ 、ドレイン電源 $V_{d1}$ の出力側コンデンサである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ダイバーシチ方式を使用する従来の移動通信端末においては、2系統の受信信号に対して、同一構成を有する2系統の高周波モジュールを使用し、受信時は、2系統の高周波モジュールは常に動作状態になっている。

【0010】携帯電話、車載電話等の移動通信端末においては、所要の送信電力を発生する送信出力部の構成上、電源電圧が高く、例えば6Vまたは12Vが一般に使用されている。これに対して、受信回路で使用する最適な電源電圧は2~4Vである。そのため、電源部においては、2系統の高周波モジュールに対して、それぞれDC/DCコンバータまたは分圧抵抗等の電圧変換回路を備えて、必要な電源電圧を発生するようにしている。

【0011】従って、従来のこの種の高周波モジュールにおいては、電源回路の構成が複雑であるとともに、電源部での損失が大きく、装置全体としての消費電力が大きくなるという問題があった。また電源部において電圧変換回路を必要とするため、小型化が困難であるという問題があった。

【0012】本発明は、このような従来技術の課題を解決しようとするものであって、移動通信端末等において使用するために、小型化が容易であるとともに、低消費電力化が可能な、高周波モジュールを提供することを目的としている。

【0013】

【課題を解決するための手段】

(1) 図1は、本発明の原理的構成を示したものである。本発明の高周波モジュールは、第1のトランジスタ $T_{r1}$ のソースと第2のトランジスタ $T_{r2}$ のドレインとを第1の減結合回路2を介して直列に接続して、第1のトランジスタ $T_{r1}$ のドレインにドレイン電源 $V_{d1}$ を供給するとともに、第1のトランジスタ $T_{r1}$ と第2のトランジスタ $T_{r2}$ のゲートを第2の減結合回路3を介して並列に接続してゲート電源を供給し、第1のトランジスタ $T_{r1}$ のゲートに第1の信号入力を与えてそのドレインから第1の信号出力を得、第2のトランジスタ $T_{r2}$ のゲートに第2の信号入力を与えてそのドレインから第2の信号出力を得るものである。

【0014】(2) (1)の場合に、第2のトランジスタ $T_{r2}$ のゲートに高周波入力を与えてそのドレイン出力を第1のトランジスタ $T_{r1}$ のゲートに結合するとともに、第1のトランジスタ $T_{r1}$ のゲートに局発信号入力

を与えてそのドレインから中間周波出力を得る。

【0015】(3) (1)の場合に、第2のトランジスタ $T_{r2}$ のゲートに高周波入力を与えてそのドレイン出力を第1のトランジスタ $T_{r1}$ のドレインに結合するとともに、第1のトランジスタ $T_{r1}$ のゲートに局発信号入力を与えてそのドレインから中間周波出力を得る。

【0016】(4) (1)の場合に、第2のトランジスタ $T_{r2}$ のゲートに高周波入力を与えてそのドレイン出力を第1のトランジスタ $T_{r1}$ のソースに結合するとともに、第1のトランジスタ $T_{r1}$ のゲートに局発信号入力を与えてそのドレインから中間周波出力を得る。

【0017】(5) (1)の場合に、第1のトランジスタ $T_{r1}$ と第2のトランジスタ $T_{r2}$ のゲートにそれぞれ整合回路を経てそれぞれ第1の信号( $f_1$ )入力と第2の信号( $f_2$ )入力を与え、第1のトランジスタ $T_{r1}$ と第2のトランジスタ $T_{r2}$ のドレインからそれぞれ整合回路を経てそれぞれ第1の信号( $f_1$ )出力と第2の信号( $f_2$ )出力を得る。

【0018】(6) (1)の場合に、第1のトランジスタ $T_{r1}$ と第2のトランジスタ $T_{r2}$ のゲートにそれぞれ整合回路を経てそれぞれ第1の信号( $f_1$ )入力と第2の信号( $f_2$ )入力を与え、第1のトランジスタ $T_{r1}$ と第2のトランジスタ $T_{r2}$ のドレインからそれぞれ整合回路を経てそれぞれ第1の中間周波( $f_{11}$ )出力と第2の中間周波( $f_{12}$ )出力を得る。

【0019】(7) (1)の場合に、第2のトランジスタ $T_{r2}$ のゲートに局発信号入力を与えてそのドレイン出力を第1のトランジスタ $T_{r1}$ のゲートに結合するとともに、第1のトランジスタ $T_{r1}$ のゲートに高周波入力を与えてそのドレインから中間周波出力を得る。

【0020】(8) (1)の場合に、第2のトランジスタ $T_{r2}$ のゲートに高周波入力と局発信号入力とを与えてそのドレインに得られた中間周波信号を第1のトランジスタ $T_{r1}$ のゲートに入力して、第1のトランジスタ $T_{r1}$ のドレインから中間周波出力を得る。

【0021】

【作用】図1に示された原理的構成においては、2系統の低雑音増幅器を構成した場合を例示している。トランジスタ $T_{r1}$ のドレインを減結合回路1を経てドレイン電源 $V_{d1}$ に接続するとともに、トランジスタ $T_{r1}$ のソースとトランジスタ $T_{r2}$ のドレイン間を、減結合回路2を介して接続し、トランジスタ $T_{r2}$ のソースを接地することによって、トランジスタ $T_{r1}$ 、 $T_{r2}$ は、直流的に直列に接続されるとともに、相互に高周波的に無関係にされている。またトランジスタ $T_{r1}$ 、 $T_{r2}$ は、電圧降下用抵抗 $R_g$ を経てゲート電源 $V_{g1}$ に接続するとともに、それぞれのゲート間を、減結合回路3を介して接続することによって、直流的に並列に接続されるとともに

に、相互に高周波的に無関係にされている。

【0022】トランジスタ $T_{r1}$ は、ゲートに高周波入力 $P_{i1}$ を与えられることによって、これを増幅して、高周波出力 $P_{o1}$ を発生する。また、トランジスタ $T_{r2}$ はゲートに高周波入力 $P_{i2}$ を与えられることによって、これを増幅して、高周波出力 $P_{o2}$ を発生する。トランジスタ $T_{r1}$ 、 $T_{r2}$ は、高周波的には、互いに独立に動作することができる。

【0023】図1に示された回路においては、トランジスタ $T_{r1}$ 、 $T_{r2}$ は、直流的にドレイン電源 $V_{dd}$ に対して直列に接続されているので、ドレイン電源 $V_{dd}$ として、図10に示された場合より高い電圧を使用することができる。またトランジスタ $T_{r1}$ 、 $T_{r2}$ は、直流的にゲートバイアスを並列に供給されているので、ゲート電源 $V_{gs}$ の回路を共通に使用することができる。従って、図1に示された回路では、電源回路の構成を簡単化できるとともに、電圧降下用の回路が不要になるので、回路を小型化することが可能となる。

【0024】

【実施例】図2は、本発明の実施例(1)を示したものであって、FETからなる2系統の低雑音増幅器を示し、FET $_1$ 、FET $_2$ はそれぞれ高周波入力 $P_{i1}$ 、 $P_{i2}$ を増幅して、高周波出力 $P_{o1}$ 、 $P_{o2}$ を発生するFETである。FET $_1$ 、FET $_2$ は、ドレイン電源 $V_{dd}$ と接地間に縦列に接続されるとともに、FET $_1$ のソースとFET $_2$ のドレイン間に、インダクタ $L_c$ 、コンデンサ $C_c$ からなる減結合回路を接続され、ドレイン電源 $V_{dd}$ に対して、インダクタ $L_c$ 、コンデンサ $C_c$ からなる減結合回路を介して接続されている。 $C_c$ は、ドレイン電源 $V_{dd}$ の出力側コンデンサである。

【0025】また、FET $_1$ 、FET $_2$ のゲートは、インダクタ $L_{g1}$ 、 $L_{g2}$ およびコンデンサ $C_g$ からなる減結合回路を介して相互に接続されるとともに、電圧降下用抵抗 $R_g$ を経てゲート電源 $V_{gs}$ に接続されている。 $C_g$ は、ゲート電源 $V_{gs}$ の出力側コンデンサである。

【0026】図2に示すように、FET $_1$ 、FET $_2$ は、ゲート間にはインダクタ $L_{g1}$ 、 $L_{g2}$ およびコンデンサ $C_g$ からなる減結合回路を有し、FET $_1$ のソースとFET $_2$ のドレイン間には、インダクタ $L_c$ 、コンデンサ $C_c$ からなる減結合回路を有することによって、高周波的には、互いに独立に動作することができる。減結合回路の例として、例えばコンデンサ $C_c$ には、受信周波数に対して短絡となるものを使用し、インダクタ $L_c$ には、受信周波数に対して $\lambda_g/4$  ( $\lambda_g$ :受信波長)となるものを用いる。

【0027】FET $_1$ 、FET $_2$ は、ドレイン電源 $V_{dd}$ に対して直流的に直列に接続されているので、ドレイン電源 $V_{dd}$ として、図10に示された場合より高い電圧を使用することができる。またFET $_1$ 、FET $_2$ は、直流的にゲートバイアスを並列に供給されているので、ゲート

電源 $V_{gs}$ の回路を共通にすることができる。従って、図2に示された低雑音増幅器では、電源回路の構成を簡単化できるとともに、電圧降下用の回路が不要になるので、回路を小型化することが可能となる。

【0028】図3は、本発明の実施例(2)を示したものであって、FETからなる低雑音増幅器およびミキサを示している。FET $_1$ 、FET $_2$ は、ドレイン電源 $V_{dd}$ およびゲート電源 $V_{gs}$ に対しては、図2に示された実施例の場合と同様に接続されているが、FET $_2$ のゲートに高周波(RF)入力を与えられ、FET $_1$ のゲートに局発信号入力を与えられているとともに、FET $_2$ のドレインとFET $_1$ のゲートとを、結合コンデンサ $C_c$ を介して接続されている点が異なっている。

【0029】FET $_1$ は低雑音増幅器を構成し、高周波(RF)入力を増幅して、結合コンデンサ $C_c$ を経て、FET $_2$ のゲートに供給する。FET $_2$ はミキサを構成し、局発信号入力と結合コンデンサ $C_c$ を経て入力されたRF入力を混合して、中間周波(IF)出力を発生する。

【0030】図3に示された回路においても、実施例(1)の場合と同様に、電源回路の構成を簡単化できるとともに、電圧降下用の回路が不要になるので、回路を小型化することができる。

【0031】図4は、本発明の実施例(3)を示したものであって、FETからなる低雑音増幅器およびミキサの他の例を示している。図3に示された実施例と比較して、FET $_1$ 、FET $_2$ の、ドレイン電源 $V_{dd}$ およびゲート電源 $V_{gs}$ に対する接続方法および、FET $_2$ のゲートに高周波(RF)入力を接続され、FET $_1$ のゲートに局発信号入力を接続される点は同じであるが、FET $_2$ のドレインとFET $_1$ のドレインとを、結合コンデンサ $C_c$ を介して接続されている点が異なっている。

【0032】FET $_1$ は低雑音増幅器を構成し、高周波(RF)入力を増幅して、結合コンデンサ $C_c$ を経て、FET $_2$ のドレインに供給する。FET $_2$ はミキサを構成し、局発信号入力と結合コンデンサ $C_c$ を経て入力されたRF入力を混合して、中間周波(IF)出力を発生する。

【0033】図5は、本発明の実施例(4)を示したものであって、FETからなる低雑音増幅器およびミキサの他の例を示している。図3に示された実施例と比較して、FET $_1$ 、FET $_2$ の、ドレイン電源 $V_{dd}$ およびゲート電源 $V_{gs}$ に対する接続方法および、FET $_2$ のゲートに高周波(RF)入力を与えられ、FET $_1$ のゲートに局発信号入力を与えられる点は同じであるが、FET $_2$ のドレインとFET $_1$ のソースとを、結合コンデンサ $C_c$ を介して接続されている点が異なっている。なお、この実施例の場合は、減結合回路を構成するコンデンサ $C_c$ が、RF信号に対して高いインピーダンスを持つように配慮する必要がある。

【0034】FET<sub>1</sub>は低雑音増幅器を構成し、高周波(RF)入力を増幅して、結合コンデンサC<sub>1</sub>を経て、FET<sub>2</sub>のソースに供給する。FET<sub>1</sub>はミキサを構成し、局発信号入力と結合コンデンサC<sub>1</sub>を経て入力されたRF入力を混合して、中間周波(IF)出力を発生する。

【0035】図6は、本発明の実施例(5)を示したものであって、2種類の周波数で動作可能な低雑音増幅器の例を示し、電源回路の構成は省略して示されているが、図2に示された実施例の場合と同様なものとする。

【0036】11は第1の整合回路であって、周波数 $f_1$ からなる高周波入力P<sub>in1</sub>を、FET<sub>1</sub>のゲートに対して整合をとって入力する。12は第2の整合回路であって、周波数 $f_2$ からなる高周波入力P<sub>in2</sub>を、FET<sub>2</sub>のゲートに対して整合をとって入力する。13は第3の整合回路であって、FET<sub>1</sub>のドレインに対して整合をとって、周波数 $f_1$ からなる高周波出力P<sub>out1</sub>を発生する。14は第4の整合回路であって、FET<sub>2</sub>のドレインに対して整合をとって、周波数 $f_2$ からなる高周波出力P<sub>out2</sub>を発生する。

【0037】図6に示された回路によれば、FET<sub>1</sub>、FET<sub>2</sub>は、それぞれ異なる周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の信号を増幅することができる。この際、整合回路11、13および整合回路12、14は、それぞれ周波数 $f_1$ 、 $f_2$ に対して整合を行うので、それぞれの周波数 $f_1$ 、 $f_2$ に対して、雑音指数、利得の最適化を行うことができる。かつこの際、ドレイン電源V<sub>DD</sub>およびゲート電源V<sub>GG</sub>を共通にすることによって、電源回路の構成を簡単化できるとともに、電圧降下用の回路が不要になるので、回路を小型化することが可能となる。

【0038】図7は、本発明の実施例(6)を示したものであって、2種類の周波数で動作可能な周波数変換器の例を示し、電源回路の構成は省略して示されているが、図3に示された実施例の場合と同様なものとする。

【0039】11は第1の整合回路であって、周波数 $f_1$ からなる高周波入力P<sub>in1</sub>を、FET<sub>1</sub>のゲートに対して整合をとって入力する。12は第2の整合回路であって、周波数 $f_2$ からなる高周波入力P<sub>in2</sub>を、FET<sub>2</sub>のゲートに対して整合をとって入力する。

【0040】FET<sub>1</sub>はミキサとして動作して、高周波入力P<sub>in1</sub>を局発信号 $f_{LO1}$ によって周波数変換して、周波数 $f_{IF1}$ からなるIF信号を出力する。FET<sub>2</sub>はミキサとして動作して、高周波入力P<sub>in2</sub>を局発信号 $f_{LO2}$ によって周波数変換して、周波数 $f_{IF2}$ からなるIF信号を出力する。

【0041】13は第3の整合回路であって、FET<sub>1</sub>のドレインに対して整合をとって、周波数 $f_{IF1}$ からなるIF出力P<sub>out1</sub>を発生する。14は第4の整合回路であって、FET<sub>2</sub>のドレインに対して整合をとって、周波数 $f_{IF2}$ からなるIF出力P<sub>out2</sub>を発生する。

【0042】図7に示された回路によれば、FET<sub>1</sub>、FET<sub>2</sub>は、それぞれ異なる周波数 $f_1$ 、 $f_2$ の信号を周波数変換して、それぞれ周波数 $f_{IF1}$ 、 $f_{IF2}$ からなるIF出力を発生することができる。この際、整合回路11、12はそれぞれ周波数 $f_1$ 、 $f_2$ に対して整合をとり、整合回路13、14は、それぞれ周波数 $f_{IF1}$ 、 $f_{IF2}$ に対して整合をとるので、それぞれの系統において、雑音指数、利得の最適化を行うことができる。かつ、この際、ドレイン電源V<sub>DD</sub>およびゲート電源V<sub>GG</sub>を共通にすることによって、電源回路の構成を簡単化できるとともに、電圧降下用の回路が不要になるので、回路を小型化することが可能となる。

【0043】図8は、本発明の実施例(7)を示したものであって、FETからなる局発信号増幅器およびミキサを示している。FET<sub>1</sub>、FET<sub>2</sub>は、ドレイン電源V<sub>DD</sub>およびゲート電源V<sub>GG</sub>に対しては、図2に示された実施例の場合と同様に接続されているが、FET<sub>1</sub>のゲートに高周波(RF)入力を接続され、FET<sub>2</sub>のゲートに局発信号入力を接続されるとともに、FET<sub>2</sub>のドレインとFET<sub>1</sub>のゲートとを、結合コンデンサC<sub>1</sub>および帯域通過フィルタF<sub>11</sub>を介して接続されている点が異なっている。帯域通過フィルタF<sub>11</sub>は、局発周波数の信号を選択的に通過させる。

【0044】FET<sub>2</sub>は局発信号増幅器を構成し、局発信号入力を増幅して、結合コンデンサC<sub>1</sub>および帯域通過フィルタF<sub>11</sub>を経て、FET<sub>1</sub>のゲートに供給する。FET<sub>1</sub>はミキサを構成し、RF入力と結合コンデンサC<sub>1</sub>および帯域通過フィルタF<sub>11</sub>を経て入力された局発信号入力を混合して、IF出力を発生する。

【0045】図8に示された回路においても、他の実施例の場合と同様に、電源回路の構成を簡単化できるとともに、電圧降下用の回路が不要になるので、回路を小型化することができる。

【0046】図9は、本発明の実施例(8)を示したものであって、FETからなるミキサおよびIF信号増幅器を示している。FET<sub>1</sub>、FET<sub>2</sub>は、ドレイン電源V<sub>DD</sub>およびゲート電源V<sub>GG</sub>に対しては、図2に示された実施例の場合と同様に接続されているが、FET<sub>2</sub>のゲートに高周波(RF)入力および局発信号入力を接続され、FET<sub>2</sub>のドレインを、結合コンデンサC<sub>1</sub>および帯域通過フィルタF<sub>11</sub>を介してFET<sub>1</sub>のゲートに接続されている点が異なっている。帯域通過フィルタF<sub>11</sub>は、IF周波数の信号を選択的に通過させる。

【0047】FET<sub>1</sub>はミキサを構成し、RF入力と局発信号入力を混合して、IF周波数の信号を発生し、結合コンデンサC<sub>1</sub>および帯域通過フィルタF<sub>11</sub>を経て、FET<sub>2</sub>のゲートに供給する。FET<sub>2</sub>はIF信号増幅器を構成し、結合コンデンサC<sub>1</sub>および帯域通過フィルタF<sub>11</sub>を経て入力されたIF信号を増幅して、IF出力を発生する。

【0048】図9に示された回路においても、他の実施例の場合と同様に、電源回路の構成を簡単化できるとともに、電圧降下用の回路が不要になるので、回路を小型化することができる。

【0049】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、移動通信端末等において使用する高周波モジュールにおいて、バイアス回路を共通にすることによって、電源回路の構成を簡単化できるとともに、電圧降下用の回路が不要になるので、回路規模を縮小し回路を小型化することが可能となる。

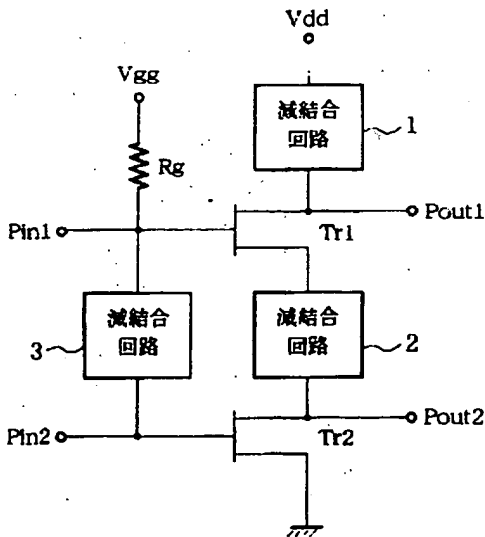
【0050】本発明の高周波モジュールは、2種類の信号に対してそれぞれ低雑音増幅を行ったり、また、低雑音増幅と周波数変換、局発信号増幅と周波数変換、周波数変換と中間周波増幅等、多目的に使用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理的構成を示す図である。

【図1】

本発明の原理的構成を示す図



【図2】本発明の実施例(1)を示す図である。

【図3】本発明の実施例(2)を示す図である。

【図4】本発明の実施例(3)を示す図である。

【図5】本発明の実施例(4)を示す図である。

【図6】本発明の実施例(5)を示す図である。

【図7】本発明の実施例(6)を示す図である。

【図8】本発明の実施例(7)を示す図である。

【図9】本発明の実施例(8)を示す図である。

【図10】従来の受信回路の構成例を示す図であって、(a)は全体構成を示し、(b)は低雑音増幅器回路の構成を示す。

【符号の説明】

Tr1 トランジスタ

Tr2 トランジスタ

2 減結合回路

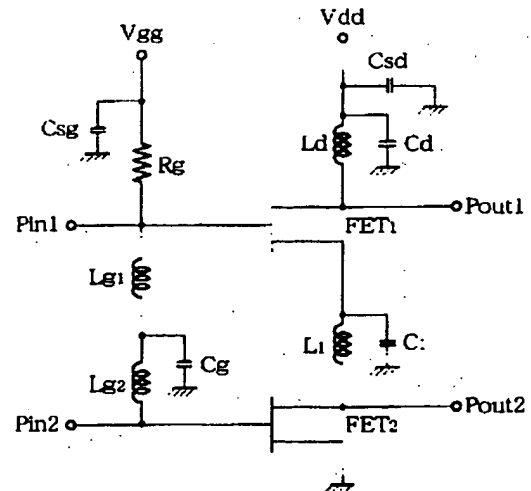
3 減結合回路

V<sub>dd</sub> ドレイン電源

V<sub>gg</sub> ゲート電源

【図2】

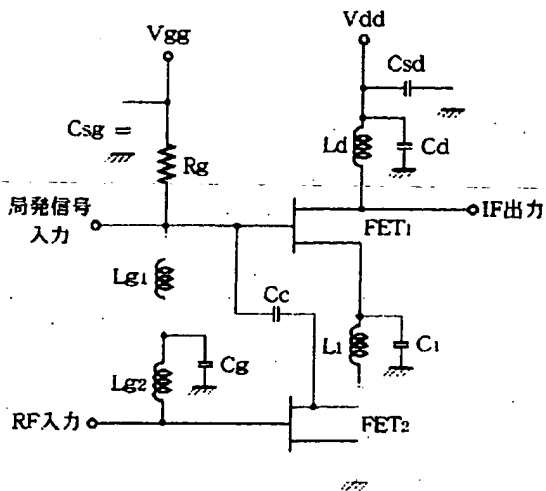
本発明の実施例(1)を示す図





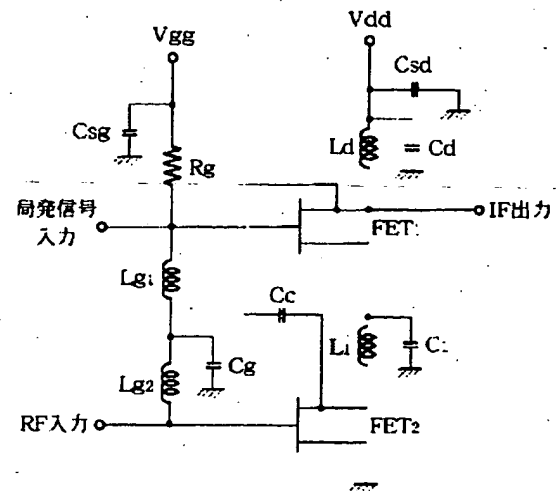
【図3】

本発明の実施例(2)を示す図



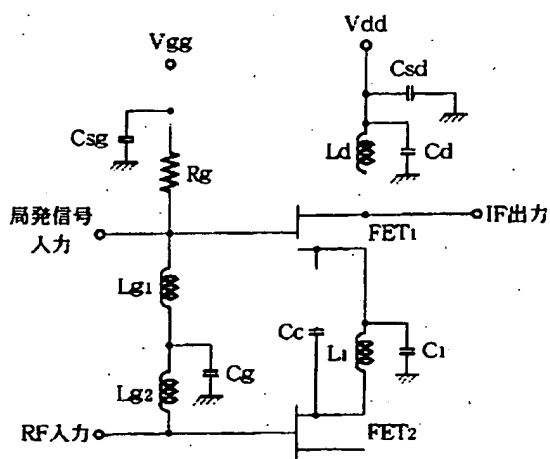
【図4】

本発明の実施例(3)を示す図



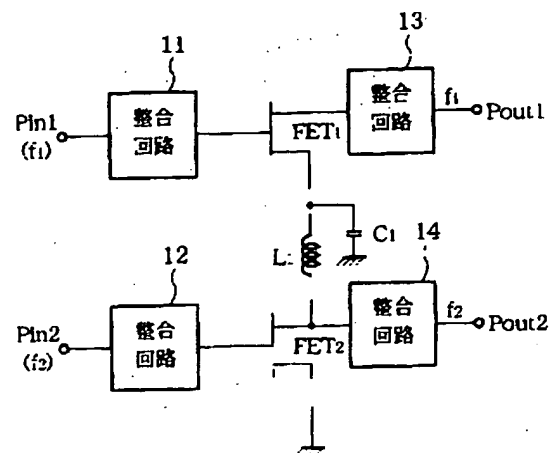
【図5】

本発明の実施例(4)を示す図



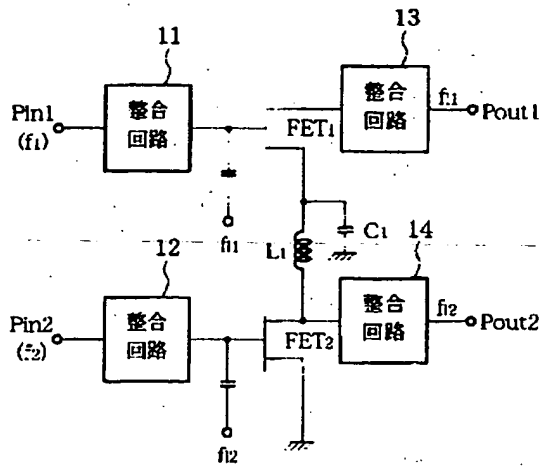
【図6】

本発明の実施例(5)を示す図



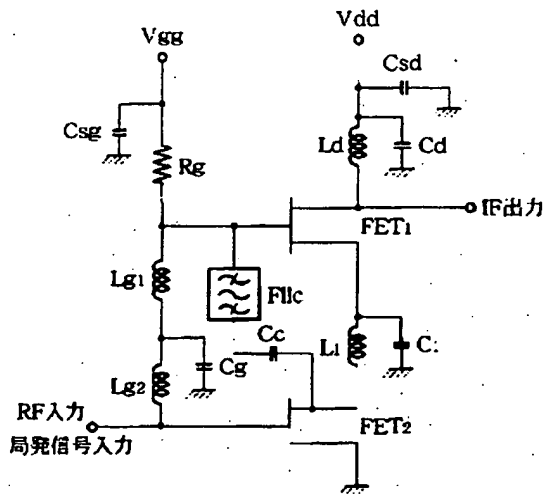
【図7】

本発明の実施例(6)を示す図



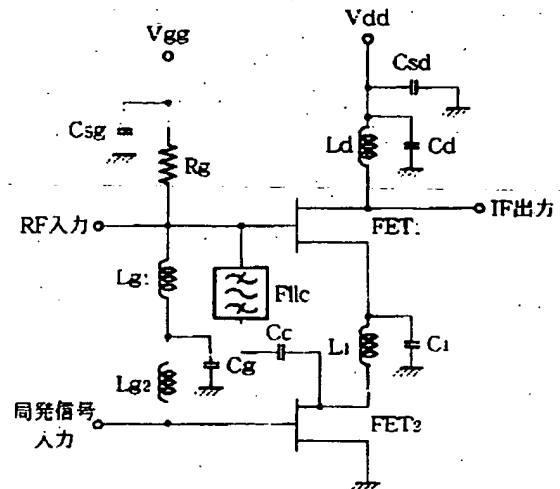
【図9】

本発明の実施例(8)を示す図



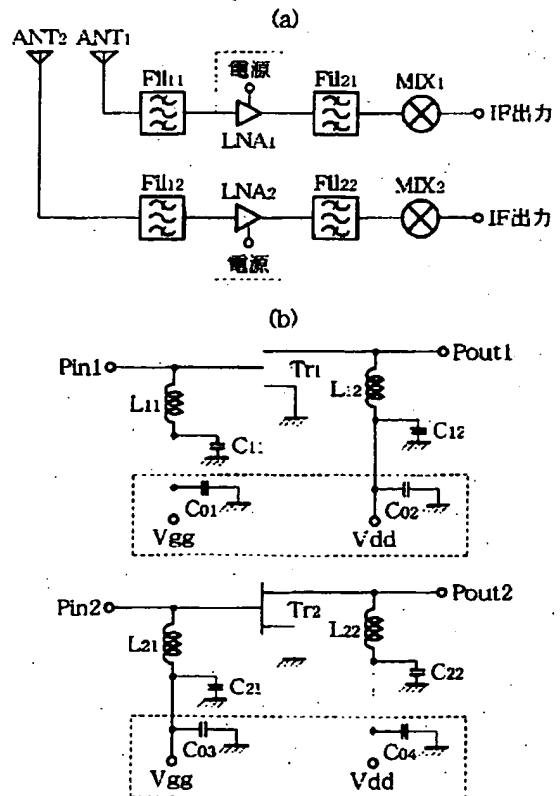
【図8】

本発明の実施例(7)を示す図



【図10】

従来の受信回路の構成例を示す図



## フロントページの続き

(72)発明者 蝶野 岳陽

北海道札幌市中央区北一条西2丁目1番地  
富士通北海道デジタル・テクノロジー株  
式会社内

(72)発明者 中田 陽司

北海道札幌市中央区北一条西2丁目1番地  
富士通北海道デジタル・テクノロジー株  
式会社内

(72)発明者 高橋 健二

北海道札幌市中央区北一条西2丁目1番地  
富士通北海道デジタル・テクノロジー株  
式会社内

JAPANESE PATENT OFFICE  
PATENT JOURNAL (A)  
KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 8[1996]-97641

Int. Cl. <sup>6</sup> :	H 03 F 1/02 H 03 D 7/12 H 03 F 3/193 3/68
Sequence Nos. for Office Use:	8943-5J 8839-5J
Filing No.:	Hei 6[1994]-231049
Filing Date:	September 27, 1994
Publication Date:	April 12, 1996
No. of Claims:	8 (Total of 9 pages; OL)
Examination Request:	Not filed

RADIO FREQUENCY MODULE

Inventors:	Shinichi Kawai Fujitsu Hokkaido Digital Technology Co., Ltd. 2-1 Nishi, Hokuichicho, Chuo-ku, Sapporo-shi, Hokkaido
	Hirokazu Ueda Fujitsu Hokkaido Digital Technology Co., Ltd. 2-1 Nishi, Hokuichicho, Chuo-ku, Sapporo-shi, Hokkaido
	Gakuyo Chono Fujitsu Hokkaido Digital Technology Co., Ltd. 2-1 Nishi, Hokuichicho, Chuo-ku, Sapporo-shi, Hokkaido

Yoshi Nakada  
Fujitsu Hokkaido Digital  
Technology Co., Ltd.  
2-1 Nishi, Hokuichicho, Chuo-ku,  
Sapporo-shi, Hokkaido

Kenji Takahashi  
Fujitsu Hokkaido Digital  
Technology Co., Ltd.  
2-1 Nishi, Hokuichicho, Chuo-ku,  
Sapporo-shi, Hokkaido

Applicant:

000005223  
Fujitsu, Ltd.  
1015 Kamiotanaka, Nakahara-ku,  
Kawasaki-shi

Agents:

Shoji Kashiwaya, patent attorney,  
and 1 other

[There are no amendments to this patent.]

### Abstract

#### Objective

The objective of this invention is to provide a type of radio frequency module for performing amplification, frequency conversion, etc. of radio frequency signals. More specifically, this invention provides a type of radio frequency module which enables miniaturization and reduction of power consumption.

#### Constitution

The source of first transistor  $Tr_1$  and the drain of second transistor  $Tr_2$  are connected in series through first decoupling circuit (2), and the drain power source is fed to the drain of first transistor  $Tr_1$ , and, at the same time, the gates of the first transistor and the second transistor are connected in parallel through a second decoupling circuit, and the gate power source is fed. The first signal input is sent to the gate of first transistor  $Tr_1$ , and the first signal output is obtained from its drain; the second signal input is sent to the gate of second transistor  $Tr_2$ , and the second signal output is obtained from its drain.

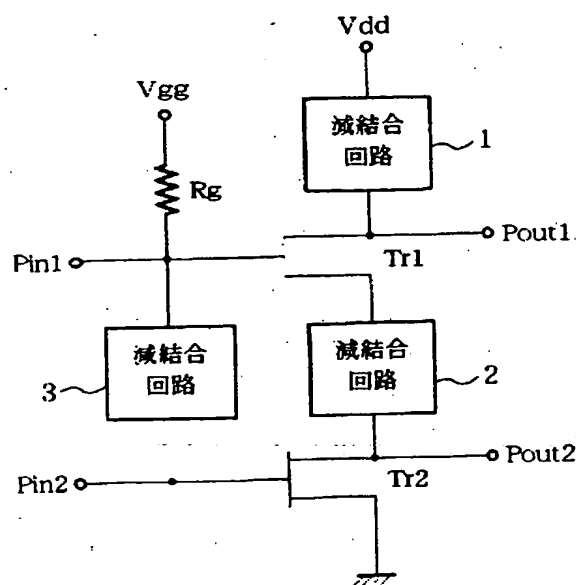


Diagram illustrating the principle of this invention

Key: 1,2,3 Decoupling circuit

### Claims

1. A type of radio frequency module characterized by the following facts: the source of the first transistor and the drain of the second transistor are connected in series through the first decoupling circuit, and the drain power source is fed to the drain of the first transistor, and, at the same time, the gates of the first transistor and the second transistor are connected in parallel through a second decoupling circuit, and the gate power source is fed; the first signal input is sent to the gate of the first transistor, and the first signal output is obtained from its drain; the second signal input is sent to the gate of the second transistor, and the second signal output is obtained from its drain.

2. The radio frequency module described in Claim 1 characterized by the fact that a radio frequency input is sent to the gate of said second transistor, and its drain output is coupled to the gate of the first transistor, and at the same time, a local oscillation signal input is sent to the gate of the first transistor, and an intermediate frequency output is obtained from its drain.

3. The radio frequency module described in Claim 1 characterized by the fact that a radio frequency input is sent to the gate of said second transistor, and its drain output is coupled to the drain of the first transistor, and at the same time, a local oscillation signal input is sent to the gate of the first transistor, and an intermediate frequency output is obtained from its drain.

4. The radio frequency module described in Claim 1 characterized by the fact that a radio frequency input is sent to the gate of said second transistor, and its drain output is coupled to the source of the first transistor, and at the same time, a local oscillation signal input is sent to the gate of the first transistor, and an intermediate frequency output is obtained from its drain.

5. The radio frequency module described in Claim 1 characterized by the fact that the first signal input and second signal input are sent through matching circuits to the gates of said first transistor and second transistor, respectively, and the first signal output and second signal output are obtained through matching circuits from the drains of said first transistor and second transistor, respectively.

6. The radio frequency module described in Claim 1 characterized by the following facts: the first signal input and second signal input are sent through matching circuits to the gates of said first transistor and second transistor, and, at the same time, the first local oscillation signal input and the second local oscillation signal input are sent to them, respectively; the first intermediate frequency output and the second intermediate frequency output are obtained through matching circuits from the drains of the first transistor and second transistor, respectively.

7. The radio frequency module described in Claim 1 characterized by the fact that a local oscillation signal input is sent to the gate of said second transistor, and its drain output is coupled to the gate of the first transistor, and at the same time, a radio frequency input is sent to the gate of the first transistor, and an intermediate frequency output is obtained from its drain.

8. The radio frequency module described in Claim 1 characterized by the fact that a radio frequency input and a local oscillation signal input are sent to the gate of the second transistor, the intermediate frequency signal obtained from its drain is input to the gate of the first transistor, and an intermediate frequency output is obtained from the drain of the first transistor.

#### Detailed explanation of the invention

[0001]

##### Industrial application field

This invention pertains to a type of radio frequency module for performing amplification, frequency conversion or the like of radio frequency signals. More specifically, this invention provides a type of radio frequency module which enables miniaturization and reduction of power consumption.

[0002]

At the mobile communication terminal, such as a cellular phone, car phone, etc., a module circuit having many FET assembled in it is often used for various purposes, such as

amplification of radio frequency incoming signals, frequency conversion to intermediate frequency signal, etc.

[0003]

The circuit constitution of the radio frequency module should be made as simple as possible so as to miniaturize it and to cut the power consumption by reducing the loss of the power source circuit.

[0004]

Prior art

As a reception system used at the terminal of a mobile communication device, the diversity system is mainly adopted. For this purpose, a dual-system type is needed for the radio frequency module for receiving by performing amplification of the received signal, frequency conversion, and other functions.

[0005]

Figure 10 is a diagram illustrating an example of the constitution of a conventional receiving circuit. In order to meet the demands of a diversity system, it is a dual-system radio frequency module. (a) illustrates the overall constitution, and (b) shows the constitution of the low-noise amplifier circuit.

[0006]

In Figure (10)(a), the 2 systems of the circuit needed for the diversity system of reception are indicated by subscripts 1 and 2, respectively.  $ANT_1$  and  $ANT_2$  represent the antennas of the 2 systems, respectively;  $Fil_{11}$  and  $Fil_{12}$  represent the filters on the input side to remove the undesired waves;  $LNA_1$  and  $LNA_2$  represent the low-noise amplifiers for amplifying the received signals;  $Fil_{21}$  and  $Fil_{22}$  represent the filters set on the output side to remove the undesired waves; and  $MIX_1$  and  $MIX_2$  represent the mixers for converting the received signals of the two systems to the intermediate frequency (IF) output.

[0007]

In Figure 10(b),  $Tr_1$  and  $Tr_2$  represent field-effect transistors (FET) or bipolar transistors which perform low-noise amplification for radio frequency inputs  $P_{in\ 1}$  and  $P_{in\ 2}$  to generate radio frequency outputs  $P_{out\ 1}$  and  $P_{out\ 2}$ , respectively. For  $Tr_1$ , gate power source  $V_{gg}$  is fed from the power source unit through a filter constructed of inductor  $L_{11}$  and capacitor  $C_{11}$ , and drain power source  $V_{dd}$  is fed from the power source unit through a filter constructed of inductor  $L_{12}$  and



capacitor  $C_{12}$ . Capacitors  $C_{01}$  and  $C_{02}$  are capacitors on the output side of gate power source  $V_{gg}$  and drain power source  $V_{dd}$ , respectively.

[0008]

For FET<sub>2</sub>, gate power source  $V_{gg}$  is fed from the power source unit through a filter constructed of inductor  $L_{21}$  and capacitor  $C_{21}$ , and drain power source  $V_{dd}$  is fed from the power source unit through a filter constructed of inductor  $L_{22}$  and capacitor  $C_{22}$ . Capacitors  $C_{03}$  and  $C_{04}$  are capacitors on the output side of gate power source  $V_{gg}$  and drain power source  $V_{dd}$ , respectively.

[0009]

Problems to be solved by the invention

At the terminal of the conventional mobile communication device using the diversity system, for the dual-system received signals, the dual-system radio frequency module with the same structure is used. In the reception mode, the dual-system radio frequency module is always in operation mode.

[0010]

At the terminal of the mobile communication device, such as cellular phone, car phone, etc., for the constitution of the transmission output unit that generates the desired transmission power, the power source voltage is usually high, such as 6 V or 12 V. On the other hand, the optimum power source voltage for the receiving circuit is 2-4 V. Consequently, for the dual-system radio frequency module, there should be a DC/DC converter, voltage dividing resistors, or other voltage converting circuit for generating the required power source voltage.

[0011]

Consequently, for the conventional radio frequency module of this type, the constitution of the power source circuit is complicated, and the loss in the power source unit is high. Also, the power consumption of the overall device is high. This is a problem. Also, as a voltage conversion circuit is needed for the power source unit, it is hard to realize miniaturization.

[0012]

The purpose of this invention is to solve the aforementioned problems of the conventional methods by providing a type of radio frequency module characterized by the fact that it is used at the terminal of the mobile communication device, and it facilitates miniaturization and reduction of power consumption.

[0013]

Means to solve the problems

(1) Figure 1 is a diagram illustrating the basic constitution of this invention. In the radio frequency module of this invention, the source of first transistor  $Tr_1$  and the drain of second transistor  $Tr_2$  are connected in series through first decoupling circuit (2), and drain power source  $V_{dd}$  is fed to the drain of first transistor  $Tr_1$ , and at the same time, the gates of first transistor  $Tr_1$  and second transistor  $Tr_2$  are connected in parallel through second decoupling circuit (3), and the gate power source is fed; the first signal input is sent to the gate of first transistor  $Tr_1$ , and the first signal output is obtained from its drain; the second signal input is sent to the gate of second transistor  $Tr_2$ , and the second signal output is obtained from its drain.

[0014]

(2) In the case of (1), a radio frequency input is sent to the gate of second transistor  $Tr_2$ ; its drain output is coupled to the gate of first transistor  $Tr_1$ , and at the same time, a local oscillation signal input is sent to the gate of first transistor  $Tr_1$ , and an intermediate frequency output is obtained from its drain.

[0015]

(3) In the case of (1), a radio frequency input is sent to the gate of second transistor  $Tr_2$ ; its drain output is coupled to the drain of first transistor  $Tr_1$ , and at the same time, a local oscillation signal input is sent to the gate of first transistor  $Tr_1$ , and an intermediate frequency output is obtained from its drain.

[0016]

(4) In the case of (1), a radio frequency input is sent to the gate of second transistor  $Tr_2$ ; its drain output is coupled to the source of first transistor  $Tr_1$ , and at the same time, a local oscillation signal input is sent to the gate of first transistor  $Tr_1$ , and an intermediate frequency output is obtained from its drain.

[0017]

(5) In the case of (1), first signal ( $f_1$ ) input and second signal ( $f_2$ ) input are sent through matching circuits to the gates of first transistor  $Tr_1$  and second transistor  $Tr_2$ , respectively, and the first signal ( $f_1$ ) output and the second signal ( $f_2$ ) output are obtained through matching circuits from the drains of first transistor  $Tr_1$  and second transistor  $Tr_2$ , respectively.

[0018]

(6) In the case of (1), first signal ( $f_1$ ) input and second signal ( $f_2$ ) input are sent through matching circuits to the gates of first transistor  $Tr_1$  and second transistor  $Tr_2$ , respectively, and, at the same time, the first local oscillation signal ( $f_{11}$ ) input and the second local oscillation signal ( $f_{12}$ ) input are sent, respectively, and first intermediate frequency ( $f_{11}$ ) output and second intermediate frequency ( $f_{12}$ ) output are obtained through matching circuits from the drains of first transistor  $Tr_1$  and second transistor  $Tr_2$ , respectively.

[0019]

(7) In the case of (1), a local oscillation signal input is sent to the gate of second transistor  $Tr_2$  and its drain output is coupled to the gate of first transistor  $Tr_1$ ; a radio frequency input is sent to the gate of first transistor  $Tr_1$ , and the intermediate frequency output is obtained from the drain.

[0020]

(8) In the case of (1), a radio frequency input and a local oscillation signal input are sent to the gate of second transistor  $Tr_2$ , the intermediate frequency signal obtained from its drain is input to the gate of first transistor  $Tr_1$ , and an intermediate frequency output is obtained from the drain of first transistor  $Tr_1$ .

[0021]

#### Operation

In the basic constitution shown in Figure 1, the constitution of a dual-system low-noise amplifier is shown as an example. The drain of transistor  $Tr_1$  is connected through decoupling circuit (1) to drain power source  $V_{dd}$ , and, at the same time, the source of transistor  $Tr_1$  and the drain of transistor  $Tr_2$  are connected together through decoupling circuit (2), and the source of transistor  $Tr_2$  is grounded. In this way, transistors  $Tr_1$  and  $Tr_2$  are connected together in series for DC, and, at the same time, they are mutually irrelevant for radio frequencies. Also, for transistors  $Tr_1$  and  $Tr_2$ , while they are connected to gate power source  $V_{gg}$  through resistor  $R_g$  for dropping of voltage, their gates are connected together through decoupling circuit (3). In this way, while they are connected together in parallel for DC, they are mutually irrelevant for radio frequencies.

[0022]

For transistor  $Tr_1$ , as radio frequency input  $P_{in 1}$  is sent to its gate, the radio frequency signal is amplified to form radio frequency output  $P_{out 1}$ . Also, for transistor  $Tr_2$ , as radio frequency input  $P_{in 2}$  is sent to its gate, the radio frequency signal is amplified to form radio

frequency output  $P_{out 2}$ . Transistors  $Tr_1$  and  $Tr_2$  can operate independently for the radio frequency.

[0023]

In the circuit shown in Figure 1, transistors  $Tr_1$  and  $Tr_2$  are connected in series to drain power source  $V_{dd}$  for DC. Consequently, it is possible to make use of a higher voltage for drain power source  $V_{dd}$  than that in the case shown in Figure 10. Also, as transistors  $Tr_1$  and  $Tr_2$  are fed with the gate bias in parallel to each other, it is possible to make use of the circuit of gate power source  $V_{gg}$  as shared by them. Consequently, in the circuit shown in Figure 1, the constitution of the power source circuit can be simplified, and at the same time, there is no need to have a circuit for dropping the voltage. Consequently, it is possible to realize miniaturization of the circuit.

[0024]

#### Application examples

Figure 2 is a diagram illustrating Application Example 1 of this invention. It shows a dual-system low-noise amplifier constructed of FETs, which include  $FET_1$  and  $FET_2$  for amplifying radio frequency inputs  $P_{in 1}$  and  $P_{in 2}$ . The FET unit generates radio frequency outputs  $P_{out 1}$  and  $P_{out 2}$  by said two FETs, respectively.  $FET_1$  and  $FET_2$  are connected in tandem between drain power source  $V_{dd}$  and ground. Also, the source of  $FET_1$  and the drain of  $FET_2$  are connected together via a decoupling circuit constructed of inductor  $L_1$  and capacitor  $C_1$ . Drain power source  $V_{dd}$  is connected via a decoupling circuit constructed of inductor  $L_d$  and capacitor  $C_d$ .  $C_{sd}$  represents the capacitor on the output side of drain power source  $V_{dd}$ .

[0025]

Also, the gates of  $FET_1$  and  $FET_2$  are connected together via a decoupling circuit constructed of inductors  $L_{g1}$  and  $L_{g2}$  and capacitor  $C_g$ . Also, gate power source  $V_{gg}$  is connected via voltage-dropping resistor  $R_g$ .  $C_{sg}$  represents the capacitor on the output side of gate power source  $V_{gg}$ .

[0026]

As shown in Figure 2, there is a decoupling circuit constructed of inductors  $L_{g1}$  and  $L_{g2}$  and capacitor  $C_g$  between the gates of  $FET_1$  and  $FET_2$ , and there is a decoupling circuit constructed of inductor  $L_1$  and capacitor  $C_1$  between the source of  $FET_1$  and the drain of  $FET_2$ . Consequently, they can operate independently from each other for radio frequencies. As an example of the decoupling circuit, for capacitor  $C_1$ , it should become a short circuit at the

receiving frequency. On the other hand, for inductor  $L_1$ , it should become  $\lambda_g/4$  (where  $\lambda_g$  represents the receiving wavelength) for the receiving wavelength.

[0027]

As FET<sub>1</sub> and FET<sub>2</sub> are connected in series with respect to drain power source  $V_{dd}$  for DC, it is possible to use a voltage higher than that shown in Figure 10 as the drain power source  $V_{dd}$ . Also, as the gate bias is fed in parallel to FET<sub>1</sub> and FET<sub>2</sub> for DC, it is possible to share the circuit of gate power source  $V_{gg}$ . Consequently, for the low-noise amplifier shown in Figure 2, it is possible to simplify the constitution of the power source circuit, and there is no need to use a voltage-dropping circuit. Consequently, the circuit can be miniaturized.

[0028]

Figure 3 is a diagram illustrating Application Example 2 of this invention. It shows a low-noise amplifier and a mixer constructed of FETs. FET<sub>1</sub> and FET<sub>2</sub> are connected to drain power source  $V_{dd}$  and gate power source  $V_{gg}$  in the same way as in the application example shown in Figure 2. However, they differ in the following feature: radio frequency (RF) input is sent to the gate of FET<sub>2</sub>, and a local oscillation signal input is sent to the gate of FET<sub>1</sub>. At the same time, the drain of FET<sub>2</sub> and the gate of FET<sub>1</sub> are connected together via coupling capacitor  $C_c$ .

[0029]

FET<sub>2</sub> forms the low-noise amplifier, which amplifies the radio frequency (RF) input, and sends the amplified signal through coupling capacitor  $C_c$  to the gate of FET<sub>1</sub>. FET<sub>1</sub> forms the mixer, which mixes the local oscillation signal input and the RF signal that is input through coupling capacitor  $C_c$ , and generates an intermediate frequency (IF) output.

[0030]

In the circuit shown in Figure 3, too, it is possible to simplify the constitution of the power source circuit, and as there is no need to have a voltage-dropping circuit, the circuit can be miniaturized, just as in the case of Application Example 1.

[0031]

Figure 4 is a diagram illustrating Application Example 3 of this invention. It is another example in which a low-noise amplifier and a mixer are made of FETs. FET<sub>1</sub> and FET<sub>2</sub> are connected to drain power source  $V_{dd}$  and gate power source  $V_{gg}$  in the same way as in the application example shown in Figure 3. Also, they are the same with respect to the feature that a

radio frequency (RF) input is connected to the gate of FET<sub>2</sub> and the local oscillation signal input is connected to the gate of FET<sub>1</sub>. However, they differ in the following feature: the drain of FET<sub>2</sub> and the drain of FET<sub>1</sub> are connected together via coupling capacitor C<sub>c</sub>.

[0032]

FET<sub>2</sub> forms the low-noise amplifier, which amplifies the radio frequency (RF) input, and sends the amplified signal through coupling capacitor C<sub>c</sub> to the drain of FET<sub>1</sub>. FET<sub>1</sub> forms the mixer, which mixes the local oscillation signal input and the RF signal that is input through coupling capacitor C<sub>c</sub>, and generates an intermediate frequency (IF) output.

[0033]

Figure 5 is a diagram illustrating Application Example 4 of this invention. It is another example in which a low-noise amplifier and a mixer are constructed of FETs. FET<sub>1</sub> and FET<sub>2</sub> are connected to drain power source V<sub>dd</sub> and gate power source V<sub>gg</sub> in the same way as in the application example shown in Figure 3. Also, they are the same with respect to the feature that a radio frequency (RF) input is connected to the gate of FET<sub>2</sub> and the local oscillation signal input is connected to the gate of FET<sub>1</sub>. However, they differ in the following feature: the drain of FET<sub>2</sub> and the source of FET<sub>1</sub> are connected together via coupling capacitor C<sub>c</sub>. Also, in this application example, C<sub>c</sub> in the decoupling circuit should be selected appropriately to have a high impedance for RF signals.

[0034]

FET<sub>2</sub> forms the low-noise amplifier, which amplifies the radio frequency (RF) input, and sends the amplified signal through coupling capacitor C<sub>c</sub> to the source of FET<sub>1</sub>. FET<sub>1</sub> forms the mixer, which mixes the local oscillation signal input and the RF signal that is input through coupling capacitor C<sub>c</sub>, and generates an intermediate frequency (IF) output.

[0035]

Figure 6 is a diagram illustrating Application Example 5 of this invention. This example pertains to a low-noise amplifier which can operate at two frequencies. The constitution of the power source circuit is not shown, as it is the same as that in the application example shown in Figure 2.

[0036]

In first matching circuit (11), radio frequency input P<sub>in</sub> 1 at frequency f<sub>1</sub> is matched to the gate of FET<sub>1</sub> as it is input. In second matching circuit (12), radio frequency input P<sub>in</sub> 2 at

frequency  $f_2$  is matched to the gate of FET<sub>2</sub> as it is input. Third matching circuit (13) matches the drain of FET<sub>1</sub>, and it generates radio frequency output  $P_{out\ 1}$  at frequency  $f_1$ . Fourth matching circuit (14) matches the drain of FET<sub>2</sub> and it generates radio frequency output  $P_{out\ 2}$  at frequency  $f_2$ .

[0037]

For the circuit shown in Figure 6, FET<sub>1</sub> and FET<sub>2</sub> can amplify signals at different frequencies  $f_1$  and  $f_2$ , respectively. In this case, as matching circuits (11), (13) and matching circuits (12), (14) perform matching at frequencies  $f_1$  and  $f_2$ , respectively, it is possible to optimize the noise index and gain at frequencies  $f_1$  and  $f_2$ , respectively. Also, as drain power source  $V_{dd}$  and gate power source  $V_{gg}$  are shared in this case, it is possible to simplify the constitution of the power source circuit. Also, as there is no need to arrange a voltage-dropping circuit, it is possible to miniaturize the circuit.

[0038]

Figure 7 is a diagram illustrating Application Example (6). This example pertains to a frequency converter which can operate at two frequencies. The constitution of the power source circuit is not shown, as it is the same as that in Figure 3.

[0039]

In first matching circuit (11), radio frequency input  $P_{in\ 1}$  at frequency  $f_1$  is matched to the gate of FET<sub>1</sub> as it is input. In second matching circuit (12), radio frequency input  $P_{in\ 2}$  at frequency  $f_2$  is matched to the gate of FET<sub>2</sub> as it is input.

[0040]

FET<sub>1</sub> operates as a mixer. It performs frequency conversion for radio frequency input  $P_{in\ 1}$  by local oscillation signal  $f_{l1}$ , and it outputs IF signal at frequency  $f_{i1}$ . FET<sub>2</sub> also operates as a mixer. It performs frequency conversion for radio frequency input  $P_{in\ 2}$  by local oscillation signal  $f_{l2}$ , and it outputs IF signal at frequency  $f_{i2}$ .

[0041]

Third matching circuit (13) matches the drain of FET<sub>1</sub>, and it generates IF output  $P_{out\ 1}$  at frequency  $f_{i1}$ . Fourth matching circuit (14) matches the drain of FET<sub>2</sub>, and it generates IF output  $P_{out\ 2}$  at frequency  $f_{i2}$ .

[0042]

For the circuit shown in Figure 7, FET<sub>1</sub> and FET<sub>2</sub> can convert the signals at different frequencies  $f_1$  and  $f_2$ , and generate IF outputs at frequencies  $f_{i1}$  and  $f_{i2}$ . In this case, matching circuits (11) and (12) perform matching at frequencies  $f_1$  and  $f_2$ , respectively, and matching circuits (13) and (14) perform matching at frequencies  $f_{i1}$  and  $f_{i2}$ , respectively. Consequently, it is possible to optimize the noise index and gain for each system. Also, as drain power source  $V_{dd}$  and gate power source  $V_{gg}$  are shared in this case, it is possible to simplify the constitution of the power source circuit. Also, as there is no need to arrange a voltage-dropping circuit, it is possible to miniaturize the circuit.

[0043]

Figure 8 is a diagram illustrating Application Example 7 of this invention. This example pertains to a local oscillation signal amplifier and a mixer constructed of FETs. FET<sub>1</sub> and FET<sub>2</sub> are connected to drain power source  $V_{dd}$  and gate power source  $V_{gg}$  in the same way as that in the application example shown in Figure 2. However, they differ in that the radio frequency (RF) input is connected to the gate of FET<sub>1</sub> and the local oscillation signal input is connected to the gate of FET<sub>2</sub>, and, at the same time, the drain of FET<sub>2</sub> and the gate of FET<sub>1</sub> are connected together via coupling capacitor  $C_c$  and band-pass filter  $Fil_c$ . Here, band-pass filter  $Fil_c$  selectively allows the signal at the local oscillation frequency pass through it.

[0044]

FET<sub>2</sub> forms the local oscillation signal amplifier. It amplifies the local oscillation signal input, and sends the amplified signal through coupling capacitor  $C_c$  and band-pass filter  $Fil_c$  to the gate of FET<sub>1</sub>. FET<sub>1</sub> forms the mixer. It mixes the RF input and the local oscillation signal that is input through coupling capacitor  $C_c$  and band-pass filter  $Fil_c$ , and it generates an IF output.

[0045]

Just as in the aforementioned application examples, in the circuit of Figure 8, the constitution of the power source circuit can be simplified, and there is no need to have a voltage-dropping circuit. Consequently, the circuit can be miniaturized.

[0046]

Figure 9 is a diagram illustrating Application Example 8 of this invention. This example pertains to a mixer and an IF signal amplifier constructed of FETs. FET<sub>1</sub> and FET<sub>2</sub> are connected to drain power source  $V_{dd}$  and gate power source  $V_{gg}$  in the same way as in the application example shown in Figure 2. However, they differ from each other in that the radio frequency



(RF) input and the local oscillation signal input are connected to the gate of FET<sub>2</sub>, and the drain of FET<sub>2</sub> and the gate of FET<sub>1</sub> are connected together via coupling capacitor C<sub>c</sub> and band-pass filter Fil<sub>c</sub>. Here, band-pass filter Fil<sub>c</sub> selectively allows signals at the IF frequency pass through it.

[0047]

FET<sub>2</sub> forms the mixer. It mixes the RF input and the local oscillation signal input, and it generates a signal at the IF frequency, which is sent to the gate of FET<sub>2</sub> through coupling capacitor C<sub>c</sub> and band-pass filter Fil<sub>c</sub>. FET<sub>1</sub> forms the IF signal amplifier. It amplifies the IF signal that is input through coupling capacitor C<sub>c</sub> and band-pass filter Fil<sub>c</sub>, and it generates an IF output.

[0048]

Just in the aforementioned application examples, in the circuit of Figure 9, the constitution of the power source circuit can be simplified, and there is no need to have a voltage-dropping circuit. Consequently, the circuit can be miniaturized.

[0049]

Effect of the invention

As explained above, in the radio frequency module for use at the terminal of a mobile communication device, etc., according to this invention, the constitution of the power source circuit can be simplified since the bias circuit is shared. Also, there is no need to have a voltage-dropping circuit. Consequently, the circuit scale can be reduced, and the circuit can be miniaturized.

[0050]

The radio frequency module of this invention performs low-noise amplification for the two types of signals, respectively. Also, it can be used for various other purposes, such as low-noise amplification and frequency conversion, local oscillation signal amplification and frequency conversion, frequency conversion and intermediate frequency amplification, etc.

#### Brief description of the figures

Figure 1 is a diagram illustrating the principle constitution of this invention.

Figure 2 is a diagram illustrating Application Example 1.

Figure 3 is a diagram illustrating Application Example 2.

Figure 4 is a diagram illustrating Application Example 3.

Figure 5 is a diagram illustrating Application Example 4.

Figure 6 is a diagram illustrating Application Example 5.

Figure 7 is a diagram illustrating Application Example 6.

Figure 8 is a diagram illustrating Application Example 7.

Figure 9 is a diagram illustrating Application Example 8.

Figure 10 illustrates an example of the constitution of a conventional receiving circuit. (a) shows the overall constitution, and (b) shows the constitution of the low-noise amplifier circuit.

#### Explanation of reference symbols

$Tr_1$	Transistor
$Tr_2$	Transistor
2	Decoupling circuit
3	Decoupling circuit
$V_{dd}$	Drain power source
$V_{gg}$	Gate power source

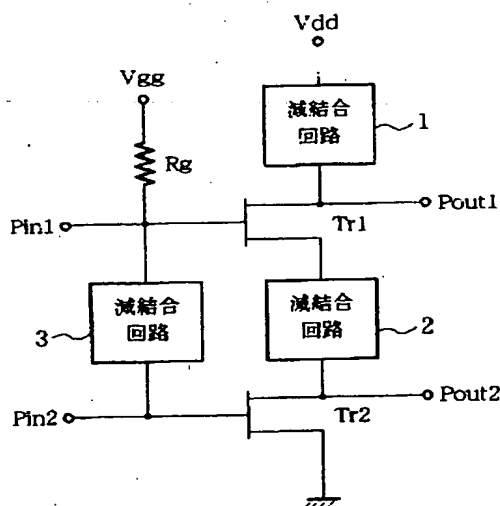


Figure 1. Principle constitution of this invention

Key: 1, 2, 3 Decoupling circuit

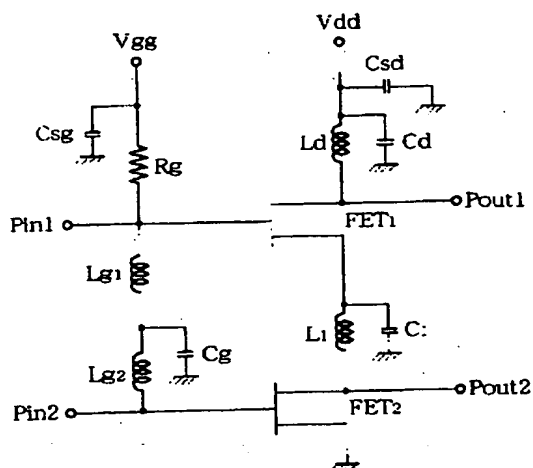


Figure 2. Diagram illustrating Application Example 1 of this invention

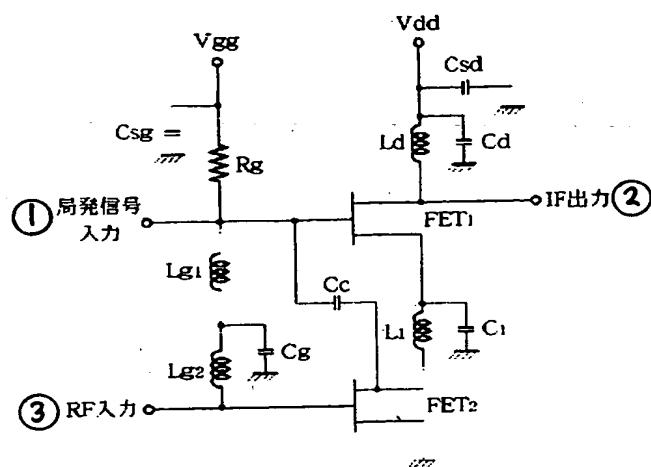


Figure 3. Diagram illustrating Application Example 2 of this invention

- Key: 1 Local oscillation signal input  
 2 IF output  
 3 RF input

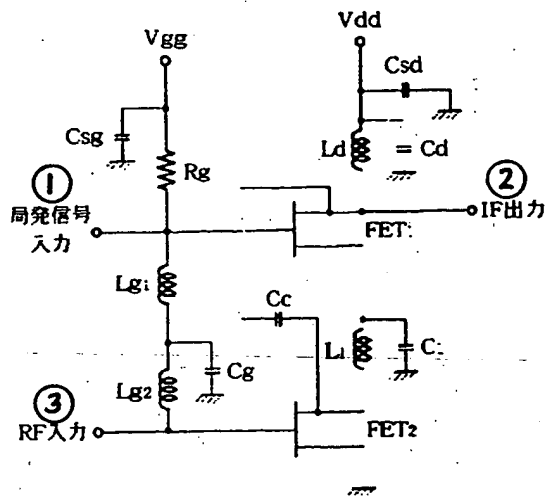


Figure 4. Diagram illustrating Application Example 3 of this invention

- Key: 1 Local oscillation signal input  
 2 IF output  
 3 RF input

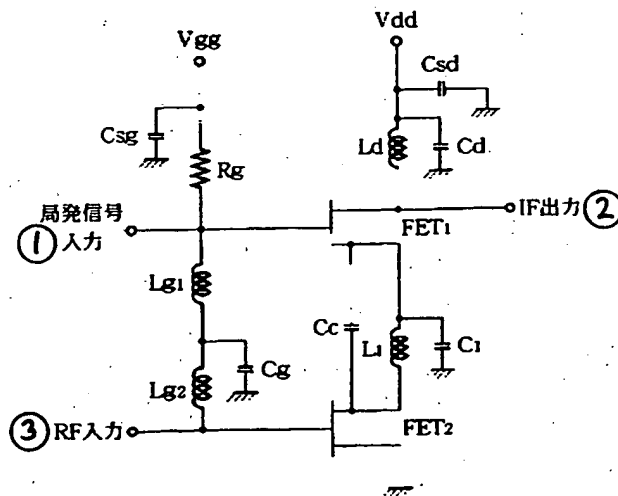


Figure 5. Diagram illustrating Application Example 4 of this invention

- Key: 1 Local oscillation signal input  
 2 IF output  
 3 RF input

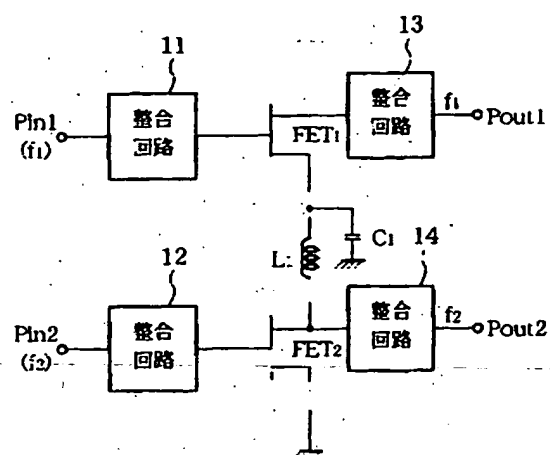


Figure 6. Diagram illustrating Application Example 5 of this invention

Key: 11, 12, 13, 14 Matching circuit

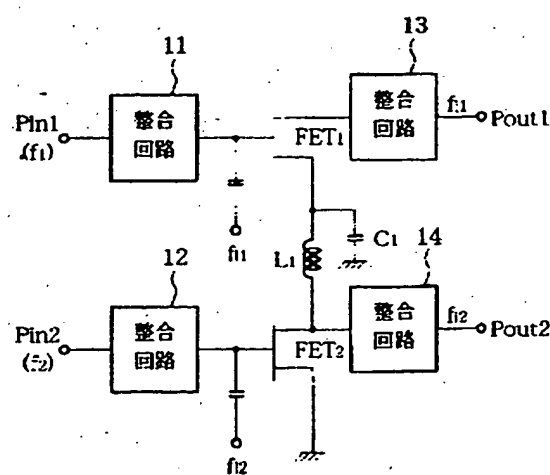


Figure 7. Diagram illustrating Application Example 6 of this invention

Key: 11, 12, 13, 14 Matching circuit

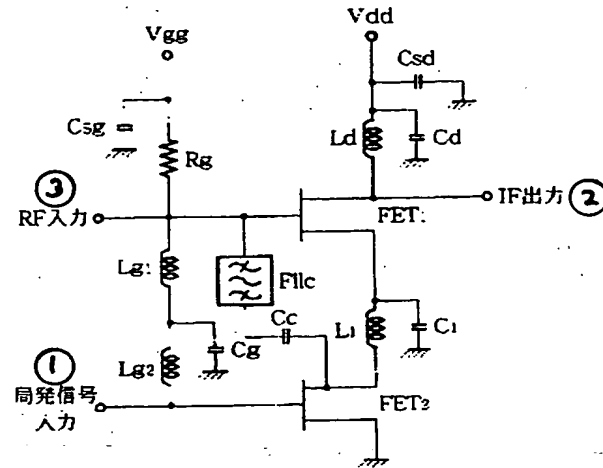


Figure 8. Diagram illustrating Application Example 7 of this invention

- Key: 1 Local oscillation signal input  
 2 IF output  
 3 RF input

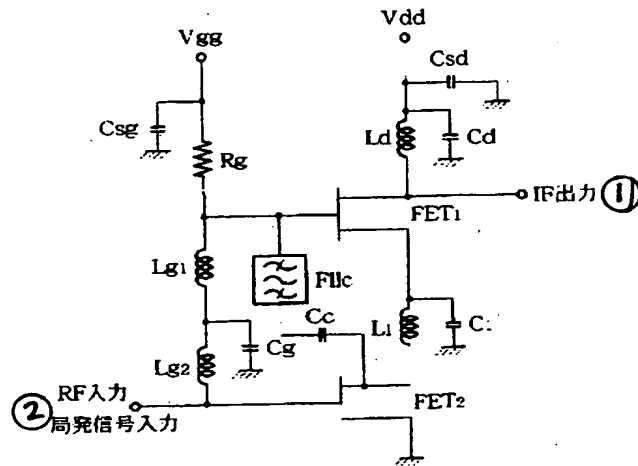


Figure 9. Diagram illustrating Application Example 8 of this invention

- Key: 1 IF output  
 2 RF input and local oscillation signal input

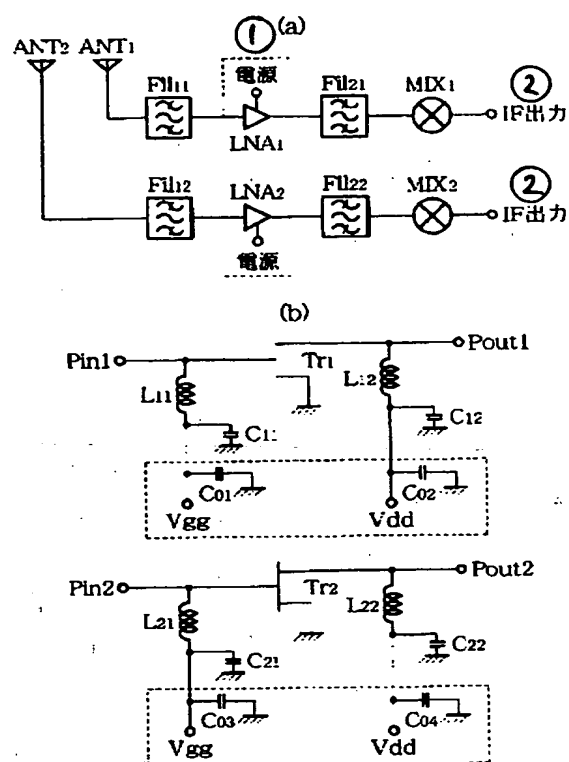


Figure 10. Diagram illustrating an example of the constitution of a conventional receiving circuit

Key: 1 Power source  
2 IF output